2- الطفرة Mutation : هي تغيير في التركيب الوراثي والذي ينتج عنه تغيرات تورث من جيل الى اخر .هذا التعريف حسب المربي اما التعريف من الناحية الوراثية هو التغيير الذي يحدث في تكوين الجين نفسه .

ان الطفرات عامل غاية في الأهمية في التطور على مدى الأجيال المتعددة الا ان قيمتها بسيطة لدى مربي الحيوان بسبب ندرتها اذ يقدر معدل الطفور في الحيوان حوالي 0.00001 او اقل .اي ان احتمال حدوث طفرة لكل 100.000 جين . لكن مع ذلك فان الطفرة غير مهمة عموماً لمربي الحيوان وذلك لان

أ- معظم الطفرات تحدث بمعدل منخفض .
ب-الطفرات ذات أثر ضار او ذات أثر ضئيل .
ت-معظم الطفرات ذات تأثير وراثي متنحي وبالتالي يختفي تأثيرها الضار تحت تأثير الاليل السائد في التراكيب الوراثية الهجينة وبالتالي تقل فرصة زيادة تكرارها .
ث-الطفرة عشوائية الحدوث ، أي انه لم يتوصل العلم بعد لعمل شيء معين لأحداث طفرة معينة في الحيوان .

أنواع واتزان الطفرات :

1- طفرة نادرة الحدوث (طفرة غير متكررة) : وهي طفرة نادرة جدا أي وحيدة في العشيرة فمثل هذه الحالة ليس للطفرة أهمية او تكون أهميتها قليلة في تغيير التكرار الجيني .

2- طفرة متكررة : يمكنها احداث تغييرات في نسبة تكرار الجين وذلك لتكرر حدوثها على نسبة الجين في العشيرة لانها تحدث بانتظام . ويمكن معرفة مقدار التغير في تكرار الجين بسبب حدوث الطفرات المتكررة كما يلي :

أ- طفرة في اتجاه واحد :

$$P_A \xrightarrow{u} q_a$$

نفرض ان u يمثل معدل الطفور من A الى a

ب- طفرة في اتجاهين متضادين :

$$P_A \xrightarrow{u} q_a$$

نفرض ان u يمثل معدل الطفور من A الى a

$$q_v \xleftarrow{v} p_u$$

نفرض ان v يمثل معدل الطفور العكسي من a الى A

يمكن حساب قيمة P_A و q_a في حالة الاتزان الطفري بالمعادلة التالية :

$$P_A = \frac{v}{(u+v)}$$

$$q_a = \frac{u}{(u+v)}$$

مثال : احسب قيمة p_A في حالة الاتزان الطفري في كل من

أ- $u = 10^{-5} \times 1$ ، $v = 10^{-6} \times 1$

ب- $u = 10^{-6} \times 4$ ، $v = 10^{-6} \times 7$

علماً ان u هي معدل الطفرة من A الى a و v هي معدل الطفرة من a الى A

الحل :

أ-

$$P_A = \frac{v}{(u+v)}$$

$$P_A = \frac{0.000001}{(0.00001 + 0.000001)} = \frac{0.000001}{0.000011} = 0.90$$

$$q_a = \frac{u}{(u+v)}$$

$$q_a = \frac{0.00001}{(0.00001 + 0.000001)} = \frac{0.00001}{0.000011} = 0.09$$

ب-

$$P_A = \frac{v}{(u+v)}$$

$$P_A = \frac{0.000007}{(0.000004 + 0.000007)} = \frac{0.000007}{0.0000011} = 0.63$$

$$q_a = \frac{u}{(u+v)}$$

$$q_a = \frac{0.000007}{(0.000004 + 0.000007)} = \frac{0.000007}{0.0000011} = 0.36$$

3- الهجرة Migration : وهو انتقال مجموعة من الأفراد من مكان معين الى مكان اخر فيه مجموعة مختلفة من الأفراد أي انتقال مجموعة من الأفراد من عشيرة إلى عشيرة أخرى .فاذا كان تكرار الجين (في الأفراد المهاجرة) يختلف عن تكرار الجين في العشيرة التي انتقلت اليها الحيوانات سيحصل تغير في تكرار الجين في هذه العشيرة (العشيرة الجديدة) ويعتمد مقدار التغير على نسبة الأفراد المهاجرة والفرق في تكرار الجين

يمكن حساب تكرار الجين بعد الهجرة من خلال القانون الاتي :

$$q_1 = m\,(q_m - q_0) + q_0$$

أي ان :

$$m = \text{نسبة الأفراد المهاجرة} = \frac{\text{عدد الافراد المهاجرة}}{\text{العدد الكلي بعد الهجرة}}$$

q_m = تكرار الجين للافراد المهاجرة

q_0 = تكرار الجين في العشيرة الاصلية (قبل الهجرة)

q_1 = تكرار الجين بعد الهجرة

Δq = مقدار التغير في تكرار الجين : وهو الفرق بين تكرار الجين بعد الهجرة وتكرار الجين قبل الهجرة

$$* \Delta q = q_1 - q_0$$

$$* \Delta q = m\ (qm - qo) + qo - qo$$

$$* \Delta q = (q_m - q_0)$$

يعتمد مقدار التغير في تكرار الجين نتيجة الهجرة على :

أ- نسبة الافراد المهاجرة .

ب-الفرق في تكرار الجين بين الافراد المهاجرة والاصلية .

ملاحظة :

إذا كان تكرار الجين في الافراد المهاجرة = تكرار الجين للافراد الاصلية إذاً Δq = صفر

1- $q_m = q_0 \longrightarrow \Delta q$ = صفر

2- q_m اكبر $q_0 \longrightarrow \Delta q$ = يكون زيادة في تكرار الجين

3- q_m اصغر $q_0 \longrightarrow \Delta q$ = يكون نقص في تكرار الجين

مثال : اخذت 10 حيوانات من عشيرة تتزاوج عشوائياً تكرار الجين فيها 0.8 واضيفت الى عشيرة أخرى 90 حيوان فيها وكان تكرار الجين فيها 0.6 فإذا تزاوجت العشيرتين فيما بينها تزاوجاً عشوائياً . جد تكرار الجين الجديد ؟

الحل :

$$q_1 = m\ (q_m - q_0) + q_0$$

$$m = \frac{\text{عدد الافراد المهاجرة}}{\text{العدد الكلي بعد الهجرة}} = \frac{10}{10 + 90} = \frac{10}{100} = 0.1$$

$$q_1 = 0.1\ (0.8 - 0.6) + 0.6 = 0.1\ (0.2) + 0.6 = 0.02 + 0.6 = 0.62$$

$$\Delta q = q_1 - q_0$$

$\Delta q \quad 0.62 - 0.6 = 0.02$

ان مقدار التغير في تكرار الجين هو 0.02

إذاً الهجرة وسيلة لتغيير تكرار الجين يمكن السيطرة عليها من خلال نقل الأفراد ذات التراكيب الوراثية الجيدة او في عمليات التضريبات أو التهجينات المختلفة .كذلك يمكن معرفة المقدار الذي تغيره والاتجاه .

يتوقف تأثير الهجرة على عوامل منها :

أ- عدد الحيوانات المضافة (المهاجرة) .
ب-الفرق بين تكرار الجين في الحيوانات المهاجرة والحيوانات الكلية .

4- الانتخاب Selection : هو القوة الأكثر تأثيراً على تكرار الجين ويعرف بانه الصلاحية التي لها القابلية على البقاء والأداء الأفضل بالاعتماد على تراكيبها الوراثية .

يؤدي تأثير الانتخاب الى التأثير على التكرار الجيني وتتوقف قوة هذا التأثير على شدة الانتخاب Selection intensity ويركو لها بالرمز (s) ، اذا فرض على سبيل المثال ان شدة الانتخاب تساوي 0.2 فمعنى ذلك ان كل 100 بويضة مخصبة ناتجة من التركيب الجيني المرغوب فيه تقابلها 80 بويضة مخصبة من التركيب الوراثي المنتخب ضده .

ملاحظة :

ان الانتخاب لا يخلق جينات جديدة في العشيرة بل يسمح الانتخاب للافراد التي تحمل بعض الجينات المرغوبة فيها في ان تنتج نسلاً في الأجيال التالية أي ان للانتحاب له القدرة على تكوين طرز جديدة من الافراد لم تكن موجودة في القطيع الأصلي او العشيرة الاصلية .

مثال : في قطيع الشورتهورن وجدت النسب التالية للتراكيب الوراثية

BB	Bb	bb
50	30	20

المطلوب تأثير الانتخاب على التغير في تكرار الجين

الحل :

يتم حساب تكرار الجين

$$P_A = \frac{2(AA) + Aa}{2(AA + Aa + aa)} = \frac{2(50) + 30}{2(50 + 30 + 20)}$$

$$\frac{100 + 30}{2(100)} = \frac{130}{200} = 0.65$$

$$q_a = 1 - p_A = 1 - 0.65 = 0.35$$

يتم حساب تكرار الجين بعد تأثير الانتخاب : يتم اخذ التراكيب الوراثية AA و Aa ويتم استبعاد الأقل وهي التراكيب المتنحية aa وكان عددها 20 .

$$P_A = \frac{2(AA) + Aa}{2(AA + Aa)} = \frac{2(50) + 30}{2(50 + 30)}$$

$$\frac{100 + 30}{2\,(80)} = \frac{130}{160} = 0.81$$

يتم طرح قيمة p_A المحسوبة على أساس تأثير الانتخاب من قيمة p_A المحسوبة قبل تأثير الانتخاب

$$P_A - p_A = 0.81 - 0.65 = 0.16$$

أي ان تأثير الانتخاب في تكرار الجين كان 0.16